

00862.022507

# PATENT APPLICATION



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant's Application of:

Hiroshi KONDO, et al.

Application No.: 10/055,988

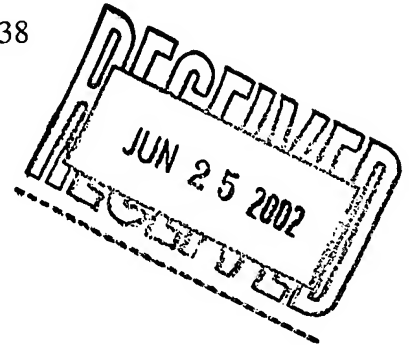
Filed: January 28, 2002

# For: APPARATUS AND METHOD OF DETECTING GROUND FAULT OF SOLAR POWER GENERATION SYSTEM

Examiner: Unassigned

Group Art Unit: 2838

May 8, 2002



Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

### SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Sir:

In support of Applicants' claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed is a copy of the following Japanese application:

2001-027341, filed February 2, 2001.

RECEIVED  
MAY -9 2002  
TECHNOLOGY CENTER 2800

Applicants' undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C. office by telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our below-listed address.

Respectfully submitted,



---

Attorney for Applicants  
Michael E. Kondoudis  
Registration No. 42,758

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO  
30 Rockefeller Plaza  
New York, New York 10112-3801  
Facsimile: (212) 218-2200

MEK/tmc

DC\_MAIN 96348 v 1

CFM 2507 US



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 2月 2日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-027341

[ ST.10/C ]:

[ JP2001-027341 ]

出 願 人

Applicant(s):

キヤノン株式会社

RECEIVED

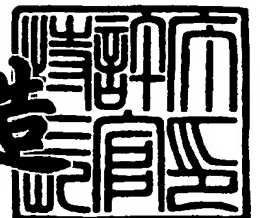
MAY -9 2002

TECHNOLOGY CENTER 2800

2002年 2月22日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2002-3009927

【書類名】 特許願

【整理番号】 4152076

【提出日】 平成13年 2月 2日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 31/042  
G01R 31/02

【発明の名称】 太陽光発電システムの地絡検出のための装置及び方法

【請求項の数】 8

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

    【氏名】 近藤 博志

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

    【氏名】 竹原 信善

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

    【氏名】 真鍋 直規

【特許出願人】

    【識別番号】 000001007

    【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100076428

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 大塚 康德

    【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

【識別番号】 100115071

【弁理士】

【氏名又は名称】 大塚 康弘

【電話番号】 03-5276-3241

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003458

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0001010

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 太陽光発電システムの地絡検出のための装置及び方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 太陽電池から発生された直流電力を非絶縁型インバータによって交流電力に変換して商用電力系統に出力する太陽光発電システムにおいて、前記太陽電池の地絡を検出する地絡検出装置であって、

前記太陽電池の出力線間の差電流を検出する差電流検出手段と、

前記差電流から前記太陽電池の有する対地静電容量による交流漏れ電流成分を除去する交流漏れ電流除去手段と、

前記交流漏れ電流除去手段から出力された電流値を所定の閾値と比較して地絡状態かどうかを判定する判定手段と、を備えたことを特徴とする太陽光発電システムの地絡検出装置。

【請求項 2】 前記交流漏れ電流除去手段が、前記差電流から前記商用電力系統の周波数の 2 倍の周波数成分を除去することを特徴とする請求項 1 記載の太陽光発電システムの地絡検出装置。

【請求項 3】 前記交流漏れ電流除去手段が、前記太陽電池の出力線の電圧変動量と前記太陽電池の有する対地静電容量値とから交流漏れ電流の予測値を算出し、前記差電流の値から前記予測値を減算することを特徴とする請求項 1 記載の太陽光発電システムの地絡検出装置。

【請求項 4】 前記交流漏れ電流除去手段が、前記非絶縁型インバータの昇圧部の電圧変動量と前記太陽電池の有する対地静電容量値とから交流漏れ電流の予測値を算出し、前記差電流の値から前記予測値を減算することを特徴とする請求項 1 記載の太陽光発電システムの地絡検出装置。

【請求項 5】 前記交流漏れ電流除去手段が、前記非絶縁型インバータの出力電力量と前記太陽電池の有する対地静電容量値とから交流漏れ電流の予測値を算出し、前記差電流の値から前記予測値を減算することを特徴とする請求項 1 記載の太陽光発電システムの地絡検出装置。

【請求項 6】 前記交流漏れ電流除去手段が、前記差電流から前記非絶縁型インバータの PWM 成分を除去するフィルタ手段を含むことを特徴とする請求項

1 から 5 のいずれか 1 項に記載の太陽光発電システムの地絡検出装置。

【請求項 7】 請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の地絡検出装置と、  
前記地絡検出装置の判定結果に応じて、前記非絶縁型インバータの動作と前記  
系統連係スイッチの状態を制御する制御手段と、を備えたことを特徴とする太陽  
光発電システム。

【請求項 8】 太陽電池から発生された直流電力を非絶縁型インバータによ  
って交流電力に変換して商用電力系統に出力する太陽光発電システムにおいて、  
前記太陽電池の地絡を検出する地絡検出方法であって、

前記太陽電池の出力線間の差電流を検出し、

前記差電流から前記太陽電池の有する対地静電容量による交流漏れ電流成分を  
除去し、

前記交流漏れ電流成分が除去された電流値を所定の閾値と比較して地絡状態か  
どうかを判定する、ことを特徴とする太陽光発電システムの地絡検出方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は太陽光発電システムの地絡検出装置およびその検出方法に関し、より  
詳細には、太陽電池から発生された直流電力を非絶縁型インバータによって交流  
電力に変換して商用電力系統に出力する太陽光発電システムにおいて、太陽電池  
の地絡状態を検出してインバータを停止させるための地絡の検出装置及び方法に  
関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年、化石燃料の使用に伴う二酸化炭素等の排出による地球温暖化や、原子力  
発電所の事故や放射性廃棄物による放射能汚染などの問題が深刻となり、地球環  
境とエネルギーに対する関心が高まっている。このような状況の下、無尽蔵かつク  
リーンなエネルギー源として光エネルギーである太陽光を利用する太陽光発電が世界  
中で期待されている。

【 0 0 0 3 】

太陽電池を利用した太陽光発電装置の形態としては、数Wから数千kWまでの出力規模に応じた種々の形態がある。一般住宅用としては、3～5kWの太陽電池と3～5kWのインバータとを組み合わせた太陽光発電装置が一般的である。また、太陽電池の設置面積を一般住宅より広くすることが可能な集合住宅や公共施設などでは、10kW程度の太陽電池と、3～5kWのインバータが2、3台並列接続されたものとの組み合わせた太陽光発電装置が使用されている。

## 【0004】

太陽電池を使用した代表的なシステムに、太陽電池によって発電された直流電力を交流電力に変換（直交変換）して商用電力系統に供給するものがある。図8はこのような太陽光発電装置の一例の概略構成を示す回路図である。

## 【0005】

図中101は複数の太陽電池モジュールを直列に接続して構成された太陽電池ストリングを並列に接続して構成された太陽電池アレイであり、102は直交変換を行うインバータ、104は商用電力系統である。

## 【0006】

太陽電池アレイ101からの直流の出力は図示しない集電箱によって集電され、インバータ102により商用交流電力に変換される。これら太陽電池アレイ101、集電箱、インバータ102によって太陽光発電装置が構成されている。太陽光発電装置から発生された交流電力は、図示しない分電盤を介して、家庭内の負荷、または商用電力系統104に供給可能に接続されている。

## 【0007】

ここで、従来のインバータ102には、太陽電池アレイ101内に直流地絡が発生した場合の感電防止及び電路保護のため、変流器105、制御回路106及び系統連系スイッチ108が設けられている。

## 【0008】

変流器105ないの検出回路において、太陽電池アレイ101の正極と負極間の差電流の値（地絡検出値）を所定の閾値と比較して太陽電池アレイ101内の地絡の発生を検出している。そして、地絡が発生したことが検出された場合には、制御回路106によってインバータ102内のインバータ回路107を停止さ

せ、さらには系統連系スイッチ 1 0 8 を開放させることにより安全性の確保及び商用電力系統の保護を図っている。

【 0 0 0 9 】

また、特開平 0 9 - 2 8 5 0 1 5 号公報には、上記のような構成において、太陽電池モジュール上に水滴が付着することによって、大地と太陽電池モジュール間の容量分が増加する場合を考慮して、地絡状態を示す値である地絡検出値が一定値以上になった場合にはインバータ回路 1 0 7 の出力電力を抑制し、それでも地絡検出値が一定値以上であれば、インバータ回路 1 0 7 を停止させ、さらには系統連系スイッチ 1 0 8 を開放することが開示されている。

【 0 0 1 0 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来装置においては以下の様な欠点を有する。

【 0 0 1 1 】

インバータ 1 0 2 の直流電路には、インバータ回路 1 0 7 から出力される商用交流周波数に従った電圧変動が生じる。この電圧変動は太陽電池アレイの直流電路に伝わり、対地交流変動（グラウンドレベルの変動）が発生する。この対地交流変動は、太陽電池アレイ自体のもつ容量分によって交流漏れ電流成分となる。交流漏れ電流成分は、インバータ回路に供給される電流量すなわち太陽光発電装置の発電量が増加するに従って増加する。

【 0 0 1 2 】

一方、インバータの地絡検出は、太陽電池の直流電路が地絡した際に、直流電路を素早く商用電力系統から切り離し、地絡電流が流れ続けないようにする必要がある。従って、インバータの地絡検出の設定は、感度を高くする必要がある。

【 0 0 1 3 】

この為、従来の装置においては、直流電路が地絡状態でない場合においても、静電容量による交流漏れ電流成分の影響により、地絡状態と判断してインバータを停止させる誤動作が発生しうる。

【 0 0 1 4 】

また、特開平 0 9 - 2 8 5 0 1 5 号に記載された装置においては、静電容量の

影響によって地絡検出値が上昇した場合には発電量が抑制される為、太陽光発電装置の総合発電量が減少してしまうという問題が生じる。

【 0 0 1 5 】

本発明は以上のような状況に鑑みてなされたものであり、静電容量による交流漏れ電流成分の影響をなくして、地絡状態を正確に判断することのできる太陽光発電システムの地絡検出のための装置及び方法を提供することを目的とする。

【 0 0 1 6 】

【発明が解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明の一実施形態としての地絡検出装置は、太陽電池から発生された直流電力を非絶縁型インバータによって交流電力に変換して商用電力系統に出力する太陽光発電システムにおいて、前記太陽電池の地絡を検出する地絡検出装置であって、

前記太陽電池の出力線間の差電流を検出する差電流検出手段と、

前記差電流から前記太陽電池の有する対地静電容量による交流漏れ電流成分を除去する交流漏れ電流除去手段と、

前記交流漏れ電流除去手段から出力された電流値を所定の閾値と比較して地絡状態かどうかを判定する判定手段と、を備えている。

【 0 0 1 7 】

すなわち、本発明では、太陽電池から発生された直流電力を非絶縁型インバータによって交流電力に変換して商用電力系統に出力する太陽光発電システムにおいて、太陽電池の地絡を検出する際に、太陽電池の出力線間の差電流を検出し、差電流から太陽電池の有する対地静電容量による交流漏れ電流成分を除去し、交流漏れ電流成分が除去された電流値を所定の閾値と比較して地絡状態かどうかを判定する。

【 0 0 1 8 】

このようにすると、直流電路が地絡状態でないにも関わらず、静電容量による交流漏れ電流成分の影響により、地絡状態と判断することが防止され、地絡状態を正確に判断することができる。

【 0 0 1 9 】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の太陽光発電システムの地絡検出装置の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

## 【0020】

## 〔第1の実施形態〕

図1は、本発明に係る地絡検出装置の第1の実施形態を採用した太陽光発電システムの概略構成を示すブロック図であり、主要な構成要素について簡単に説明する。

## 【0021】

図中1は太陽電池アレイであり、複数の太陽電池モジュールを直列に接続してなる太陽電池ストリングを並列に接続して構成される。太陽電池モジュールとしては、光電変換部にアモルファスシリコン系を用いたものであっても、多結晶シリコンや結晶シリコンを用いたものであってもよく、用途や設置場所に応じて適切なものが使用され得る。

## 【0022】

2はインバータであり、太陽電池アレイ1の出力は、図示しない集電箱において集電された後インバータ2に導かれる。インバータ2では、太陽電池アレイから出力された直流電力を交流電力に変換したり、直流電圧や直流電流を調整して、太陽電池の電圧電流動作点を最大電力に保つような制御を行う。

## 【0023】

また、インバータ2からの出力線の形態としては、2本の電圧線及び1本の中性線からなり、2本の電圧線間の電圧が交流200Vとなる200V単相3線式にて出力される。

## 【0024】

4は、インバータ2の単相3線200Vが出力される商用電力系統である。すなわち、太陽光発電システムで発生された交流電力は、商用電力系統4に接続されている。インバータ2と商用電力系統4とは図示しない分電盤にて接続される。分電盤には、インバータ2、商用電力系統4の他に図示しない家庭内の負荷も接続される。

## 【 0 0 2 5 】

太陽光発電システムの発電電力が負荷の使用量を上回った場合には、商用電力系統に売電され、反対に太陽光発電装置の発電電力が負荷の使用料を下回った場合には商用電力系統から買電することとなる。

## 【 0 0 2 6 】

次に、インバータ 2 の主な構成要素について説明する。

## 【 0 0 2 7 】

9 は昇圧回路であり、太陽電池アレイ 1 から出力された直流電力を単相 2 0 0 V の交流電力に変換して出力する為に、入力された直流出力の電圧を 3 2 0 V に昇圧する。これは交流出力電圧の波高値に系統電圧上昇分を見込んだ数値である。

## 【 0 0 2 8 】

本発明に使用した太陽電池アレイ 1 は、最適動作電圧が 2 0 0 V のアレイ構成とし、最大電力動作点追尾制御を 1 5 0 V ～ 3 0 0 V の範囲としたため、昇圧回路 9 は、入力電圧 1 5 0 ～ 3 0 0 V に対して、3 2 0 V を出力する。

## 【 0 0 2 9 】

また、本実施形態の昇圧回路 9 は図に示した如く、昇圧チョッパ回路によって構成し、スイッチング周波数は 2 0 k H z とした。

## 【 0 0 3 0 】

7 はインバータ回路であり、昇圧回路 9 で直流 3 2 0 V に昇圧された電力を商用交流電力に変換する。図 2 はインバータ回路 7 の詳細を示す回路図である。

## 【 0 0 3 1 】

本実施形態のインバータ回路では、主回路のスイッチング素子として I G B T を使用し、可聴周波数以上の 2 0 k H z を動作周波数としている。インバータ回路 7 は、4 つの I G B T 素子 Q 1 ～ Q 4 およびフィルタ L、C で構成されており、正弦波変調 P W M 制御により、I G B T 素子の O N、O F F を繰り返し、直流電力を交流電力に変換する。

## 【 0 0 3 2 】

8 は系統連系スイッチであり、本実施形態では外部からの信号によって O N、

OFF可能な電磁リレーによって構成されている。

【0033】

系統連系スイッチ8はインバータ動作時にON、インバータ停止時にOFFするよう動作する。また、太陽光発電システムが動作中にインバータ2内、または商用電力系統4の異常を検出した際には制御回路6からの遮断命令によって系統連系スイッチ8は遮断される。

【0034】

5は変流器であり、インバータ2には太陽光発電システムに地絡が発生した場合の感電防止の及び、電路保護のために設けられている。この変流器5は、太陽電池アレイ1の地絡状態を検出するために必要な、太陽電池アレイ1の正極と負極間の差電流を出力する。

【0035】

本実施形態においては変流器5をインバータ2の入力の直流電路に設ける構成としたが、インバータ2の出力の交流電路、若しくは昇圧回路9とインバータ回路7との間に2線を一括して通すように配設してもよい。なぜなら、本実施形態のようなトランスレス方式の場合、直流回路における地絡電流は直流回路における不平衡電流となるだけでなく、交流回路の不平衡電流となるからである。

【0036】

また、本実施形態においては、変流器5をインバータ2の内部に設ける構成としたが、インバータ2の外部に設ける構成としても差し支えない。

【0037】

10はフィルタ回路であり、変流器5から出力された差電流から一定の周波数成分を除去する。本実施形態に使用されるインバータ回路は20kHzの周波数にてスイッチングを行っているので、20kHzの成分を除去する。

【0038】

15は2fc成分除去回路であり、系統交流周波数の2倍の周波数2fcを除去する。本実施形態においては、系統交流周波数の半周期( $1/2fc$ (Hz))分のデータを平均化して出力する構成とした。

【0039】

なお、系統交流周波数の2倍の周波数 $2f_c$ 成分を除去する方法としては、バンドフィルタを用いて周波数 $2f_c$ を除去する方法や、系統周波数に同期させて系統周波数のゼロクロス点にてデータサンプリングする方法等があり、いずれも本実施形態に適用できる。

#### 【0040】

21は検出レベル設定器であり、予め設定された地絡検出値の閾値を出力する。この値はインバータ2を設置する際に設定される。以下の説明においては、地絡検出レベルを50mAに設定した場合の動作を例に挙げて説明する。

#### 【0041】

20は比較器であり、検出レベル設定器21から出力された値と、変流器5からの出力をフィルタ回路10及び $2f_c$ 成分除去回路15を通過させた値とを比較し、 $2f_c$ 成分除去回路15からの出力値が検出レベル設定器21から出力された値を超えた場合には、比較器20は地絡検出信号を出力する。

#### 【0042】

6は制御回路であり、インバータ回路7や、系統連系スイッチ8の制御を行う。比較器20から地絡検出信号が入力されると、制御回路はインバータ回路7に停止命令、系統連系スイッチ8に開放命令をそれぞれ出力する。

#### 【0043】

次に、上記のような構成における本実施形態の地絡検出装置の動作について説明する。

#### 【0044】

上記に説明の如く、本実施形態のインバータ2では、変流器5により太陽電池アレイ1の正極側から流れ出る電流と負極側から流れ込む電流との差電流 $I_c$ を求め、そのレベルから直流電路の地絡状態を検出している。具体的には、変流器5、PWM成分を除去するフィルタ回路10、系統交流周波数の2倍の周波数 $2f_c$ の影響を除去する $2f_c$ 成分除去回路15、比較器20、検出レベル設定器21によって地絡検出装置を構成している。

#### 【0045】

図3は地絡検出に関する信号波形を示すグラフである。(a)はインバータ2

が定常運転中であるときに出力される系統交流電圧の波形、(b)はそのときの変流器5の検出波形、(c)は変流器の検出波形からPWM成分、本実施形態では20kHzのスイッチング周波数を除去したもの、(d)は系統交流周波数の2倍の周波数 $2f_c$ 成分を除去するために、系統交流周波数の半周期分の時間データを平均化した波形である。この時、太陽電池アレイ1には地絡は発生していない状態とし、また太陽光発電システムとしては一定の発電電力量運転を継続している状態とする。

## 【0046】

インバータ回路7が(a)に示したような単相3線200Vの波形を生成すべくスイッチングを行うと、太陽電池アレイ1の直流回路には商用交流周波数の2倍の周波数の交流成分が重畳され、その成分と太陽電池アレイ1と大地(GND)間に静電容量の相互作用で交流漏れ電流が発生する。この時、直流回路の交流成分は図1に示したコンデンサ22によって抑制されるが、この交流変動を充分抑制するためには、コンデンサの容量を大容量にしなければならない。コンデンサ22は高耐圧ものを使用する必要があるので、大容量化することはコストアップ及びスペース増の要因となってしまう。本実施形態のインバータにおいてはコンデンサ22として容量が数千 $\mu F$ 程度のものを使用したか、この容量のコンデンサを使用しても直流回路に交流変動が発生し、太陽電池アレイ1のもつ静電容量により交流漏れ電流が発生する。

## 【0047】

この交流漏れ電流の影響で変流器5により(b)に示すような地絡検出波形が検出される。(b)の地絡検出波形には20kHzのスイッチング周波数によるPWM成分が含まれているため、フィルタ回路10によって除去して(c)に示すような波形が得られる。ただし、(c)の波形には系統交流周波数の2倍の周波数 $2f_c$ の成分が含まれているので、これを $2f_c$ 成分除去回路15によって除去すると(d)に示すような波形となる。

## 【0048】

このように、本実施形態ではPWMによる成分だけでなく系統交流周波数の2倍の周波数成分を除去した信号波形を用いて、地絡状態を検出するので、静電容

量による交流漏れ電流成分の影響により、誤って地絡状態と判断してインバータを停止させるという誤動作の発生を防止することができる。

## 【 0 0 4 9 】

次に、実際に地絡が発生したときの例をあげて、20 kHz のスイッチング周波数のみを除去する場合と、20 kHz のスイッチング周波数に加え系統交流周波数の2倍の周波数  $2f_c$  を除去する場合とにおける地絡検出の比較を行う。なお、ここでは検出レベル設定器 21 に検出レベルとして50 mA が設定されているものとする。

## 【 0 0 5 0 】

図4 A 及び4 B は、横軸に時間、縦軸にレベルをとってグラフ化したものである。両図において、(1) は地絡成分  $I_{dc}$  の信号レベル、(2) は変流器 5 の検出信号からフィルタ回路 10 により20 kHz のスイッチング周波数のみを除去した場合の信号レベル、(3) は変流器 5 の検出信号から20 kHz のスイッチング周波数に加え系統交流周波数の2倍の周波数  $2f_c$  を除去するための平均化を行った場合の信号レベルをそれぞれ示している。また、図4 A は時間  $T_1$  において60 mA の地絡が発生した場合、図4 B は時間  $T_2$  において40 mA の地絡が発生した場合である。

## 【 0 0 5 1 】

太陽電池アレイ 1 における実際の地絡成分  $I_{dc}$  は、図4 A (1) 及び図4 B (2) に示したレベルであるが、変流器 5 から出力される信号レベルは地絡成分  $I_{dc}$  と交流漏れ電流成分  $I_{ac}$  とを加算したものとなる。変流器 5 の信号からフィルタ回路 10 によって20 kHz のスイッチング周波数のみを除去すると、図4 A (2) 及び図4 B (2) のようになるが、この状態でも交流漏れ電流成分  $I_{ac}$  の影響が大きく、閾値である50 mA を越えたかどうかを判断するのが難しい。このため、上述のように誤検知する可能性が高い。

## 【 0 0 5 2 】

更に、交流漏れ電流成分  $I_{ac}$  の値はスイッチング電流の大きさ、すなわち発電量に応じて変化する為、交流漏れ電流成分  $I_{ac}$  の影響が大きいと正確な直流地絡検出が行えない。

## 【 0 0 5 3 】

一方、本実施形態の構成では、変流器 5 の検出信号から 2 0 k H z のスイッチング周波数の PWM 成分に加え系統交流周波数の 2 倍の周波数  $2 f_c$  成分を  $2 f_c$  成分除去回路 1 5 によって除去するので、地絡成分  $I_{dc}$  が閾値 5 0 m A を越えたかどうかを、図 4 A ( 3 ) 及び図 4 B ( 3 ) に示した信号レベルから判断することとなる。この場合、図示されたように交流漏れ電流成分  $I_{ac}$  の影響が小さくなるので、図 4 A ( 3 ) の場合には  $I_{dc}$  が 5 0 m A を超過したことを正確に判断でき、図 4 B ( 3 ) の場合には  $I_{dc}$  が 5 0 m A を超過していないことを正確に判断できる。

## 【 0 0 5 4 】

以上説明したように本実施形態によれば、変流器 5 の検出信号から系統交流周波数の 2 倍の周波数  $2 f_c$  成分を除去することにより、交流漏れ電流成分の影響を低減させ、より正確な直流地絡検出を行うことが可能となる。

## 【 0 0 5 5 】

## 〔第 2 の実施形態〕

以下、本発明に係る地絡検出装置の第 2 の実施形態について説明する。上記第 1 の実施形態においては、静電容量による交流漏れ電流の影響を低減するため、地絡検出値から系統交流周波数の 2 倍の周波数  $2 f_c$  成分を除去する平均化処理を行った。本実施形態においては、直流電路の対地電圧変動を検出し、かつ太陽電池の対地静電容量値を予め入力し、それら電圧変動値と静電容量値をパラメータとして所定の演算を行うことにより、対地静電容量による交流漏れ電流成分を算出し、地絡検出値から太陽電池アレイの対地静電容量による交流漏れ電流の影響を小さくして直流地絡の検出を正確に行うものである。

## 【 0 0 5 6 】

図 5 は、本実施形態の地絡検出装置を採用した太陽光発電システムの概略構成を示すブロック図である。太陽光発電システムは、上記で図 1 に関して説明した構成と同様に、太陽電池アレイ 1、インバータ 4 1 からなり、その出力は商用交流電力系統 4 に出力される。インバータ 4 1 の内部には地絡検出装置が設けられている。なお、第 1 の実施形態と同様な構成要素には同一の番号を付して説明を

省略し、第 1 の実施形態と異なる部分について説明する。

【 0 0 5 7 】

3 0 は対地電圧変動検出手段であり、太陽電池アレイ 1 と昇圧回路 9 との間を接続する直流電路の対地電位と設置電位との差電圧の変動を検出する。

【 0 0 5 8 】

3 1 は対地静電容量設定手段であり、太陽電池アレイ 1 のもつ静電容量を予め入力する。太陽電池アレイのもつ対地静電容量は、太陽電池アレイの種類とその容量によって決定されるので、太陽電池の種類と発電容量を入力する構成にしてもかまわない。また、使用される太陽電池の種類が予め決定されている場合には発電容量のみを入力する。発電容量までも決定されている場合は固定値となる。

【 0 0 5 9 】

3 2 は演算部であり、対地電圧変動検出手段 3 0 の検出値と対地静電容量設定手段 3 1 の設定値により、太陽電池アレイ 1 のもつ静電容量からの交流漏れ電流予測値を演算する。

【 0 0 6 0 】

すなわち、対地電圧変動検出手段 3 0 によって検出された値が  $E$ 、周波数  $f$ 、対地静電容量設定手段 3 1 に設定した静電容量値が  $C$  とすると交流漏れ電流  $i$  は式、

$$i = 2 \pi f C E$$

によって求めることができる。

【 0 0 6 1 】

3 3 は演算部であり、変流器 5 によって検出された地絡検出値と、演算部 3 2 による交流漏れ電流予測値を入力し、地絡検出値から交流漏れ電流予測値を減じた信号を比較器 2 0 に出力する。比較器 2 0 において検出レベル設定器 2 1 で設定された値を演算部 3 3 の出力値が上回った場合に比較器 2 0 は地絡検出信号を出力する。また、3 4 は PWM 成分を除去するフィルタ回路である。

【 0 0 6 2 】

本実施形態のインバータ 4 1 においては、変流器 5、フィルタ回路 3 4、対地電圧変動検出手段 3 0、対地静電容量設定手段 3 1、演算部 3 2、3 3、比較器

20、検出レベル設定器21によって地絡検出装置を構成している。

【0063】

本実施形態の地絡検出装置の動作を簡単に説明すると、太陽電池アレイ1の直流電路の対地電圧の変動を検出し、検出された値と対地静電容量の設定値から所定の式によって静電容量からの交流漏れ電流予測値を演算する。この予測値を変流器5の検出値から減じた値を検出閾値と比較して地絡状態を判断する。

【0064】

以上説明したように本実施形態によれば、変流器の出力から対地電圧変動と静電容量値とから算出した交流漏れ電流予測値を減じた値に基づいて地絡状態を判断することにより、交流漏れ電流成分の影響を低減させ、より正確な直流地絡検出を行うことが可能となる。

【0065】

〔第3の実施形態〕

以下、本発明に係る地絡検出装置の第3の実施形態について説明する。本実施形態は、インバータの昇圧部の電圧変動を検出し、かつ太陽電池の静電容量値を予め入力し、それら電圧変動値と静電容量値とをパラメータとして所定の演算を行うことにより、交流漏れ電流の予測値を算出し、地絡検出値から交流漏れ電流の影響を除去して直流地絡の検出を行うものである。

【0066】

図6は、本実施形態の地絡検出装置を含む太陽光発電システムの構成を示すブロック図である。太陽光発電システムは、上記で図1に関して説明した構成と同様に、太陽電池アレイ1、インバータ51からなり、その出力は商用交流電力系統4に出力される。インバータ51の内部には地絡検出装置が設けられている。なお、第1及び第2の実施形態と同様な構成要素には同一の番号を付して説明を省略し、第1及び第2の実施形態と異なる部分について説明する。

【0067】

35は昇圧部電圧変動検出手段であり、昇圧回路9によって昇圧された電圧部が、インバータ回路7によって変動する様子を検出する。

【0068】

36は演算部であり、昇圧部電圧変動検出手段35の検出値と対地静電容量設定手段31の設定値により、太陽電池アレイ1のもつ静電容量からの交流漏れ電流予測値を演算する。

【0069】

すなわち、昇圧部電圧変動検出手段35によって検出された値がE、周波数f、対地静電容量設定手段31に設定した静電容量値がcとすると交流漏れ電流iは式、

$$i = 2 \pi f C E$$

によって求めることができる。

【0070】

37は演算部であり、変流器5によって検出された地絡検出値と、演算部36による交流漏れ電流予測値を入力し、地絡検出値から交流漏れ電流予測値を減じた信号を比較器20に出力する。そして、比較器20において検出レベル設定器21で設定された値を演算部33の出力値が上回った場合に比較器20は地絡検出信号を出力する。

【0071】

本実施形態のインバータ51においては、変流器5、PWM成分を除去するフィルタ回路34、昇圧部電圧変動検出手段35、演算部36、37、比較器20、検出レベル設定器21によって地絡検出装置を構成している。

【0072】

次に、上記構成の本実施形態における地絡検出装置の動作について説明する。

【0073】

本実施形態においてはインバータ回路7のスイッチングにより生じる昇圧部の電圧変動が増加するにつれ、太陽電池アレイ1の静電容量による交流漏れ電流が増加することに着目したものである。

【0074】

すなわち、昇圧部電圧変動検出手段35の出力と対地静電容量の設定手段31に格納された値から、演算部36で静電容量による交流漏れ電流予測値を演算し、演算部37で変流器5の検出値から算出された予測値を減じることにより、交

流漏れ電流成分  $I_{ac}$  の影響を低減させ、より正確な直流地絡検出を行うことが可能となる。

## 【 0 0 7 5 】

また、昇圧回路 9 の電圧変動はインバータ回路のスイッチング電流、すなわちインバータの発電量とコンデンサ 22 の容量によって決定される。従って、太陽電池アレイの対地静電容量による交流漏れ電流は、インバータの発電量と太陽電池の対地静電容量によって決定される。

## 【 0 0 7 6 】

もちろん、制御回路 6 において、インバータの発電量と静電容量設定手段からの入力値により、静電容量からの漏れ電流予測値を演算する構成としてもかまわない。

## 【 0 0 7 7 】

以上説明したように本実施形態によれば、地絡検出手段の検出信号からインバータ昇圧部電圧における電圧変動の検出値と太陽電池アレイの対地静電容量値から算出した値を除去することにより、交流漏れ電流成分の影響を低減させ、より正確な直流地絡検出を行うことが可能となる。

## 【 0 0 7 8 】

## 〔他の実施形態〕

図 7 は、インバータの発電量と静電容量から求められる対地静電容量による漏れ電流予測値の変化を示すグラフを示している。このように、漏れ電流は発電量と対地静電容量に対して比例関係にある。

## 【 0 0 7 9 】

この関係を利用して、図 7 に示したグラフから求められる漏れ電流予測値を地絡検出手段の検出値から差し引くことにより交流漏れ電流成分  $I_{ac}$  の影響を低減させることによっても、正確な直流地絡検出を行うことが可能となる。

## 【 0 0 8 0 】

なお、本発明は、複数の機器から構成されるシステムに適用しても、一つの機器からなる装置に適用してもよい。

## 【 0 0 8 1 】

また、本発明の目的は、前述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記憶媒体を、システムあるいは装置に供給し、そのシステムあるいは装置のコンピュータ（またはCPUやMPU）が記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行することによっても、達成されることは言うまでもない。

【0082】

この場合、記憶媒体から読出されたプログラムコード自体が前述した実施形態の機能を実現することになり、そのプログラムコードを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。

【0083】

プログラムコードを供給するための記憶媒体としては、例えば、フロッピディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、CD-R、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROMなどを用いることができる。

【0084】

また、コンピュータが読出したプログラムコードを実行することにより、前述した実施形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼働しているOS（オペレーティングシステム）などが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

【0085】

さらに、記憶媒体から読出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書込まれた後、そのプログラムコードの指示に基づき、その機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わるCPUなどが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

【0086】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように本発明によれば、地絡検出の基準となる信号から交

流漏れ電流成分を除去した後に地絡状態を判断する構成としたので、直流電路が地絡状態でないにも関わらず、静電容量による交流漏れ電流成分の影響により、地絡状態と判断することが防止され、地絡状態を正確に判断することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る地絡検出装置の第 1 の実施形態を含む太陽光発電システムの構成を示すブロック図である。

【図 2】

図 1 のインバータ回路 7 を詳細に示す回路図である。

【図 3】

図 1 の地絡検出装置における地絡検出に関する信号波形を示すグラフである。

【図 4 A】

図 1 の各部における信号波形を示すグラフである。

【図 4 B】

図 1 の各部における信号波形を示すグラフである。

【図 5】

本発明に係る地絡検出装置の第 2 の実施形態を含む太陽光発電システムの構成を示すブロック図である。

【図 6】

本発明に係る地絡検出装置の第 3 の実施形態を含む太陽光発電システムの構成を示すブロック図である。

【図 7】

太陽光発電システムの発電量と対地静電容量値による漏れ電流予測値との関係を示すグラフである。

【図 8】

従来の地絡検出装置を含む太陽光発電システムの構成を示すブロック図である。

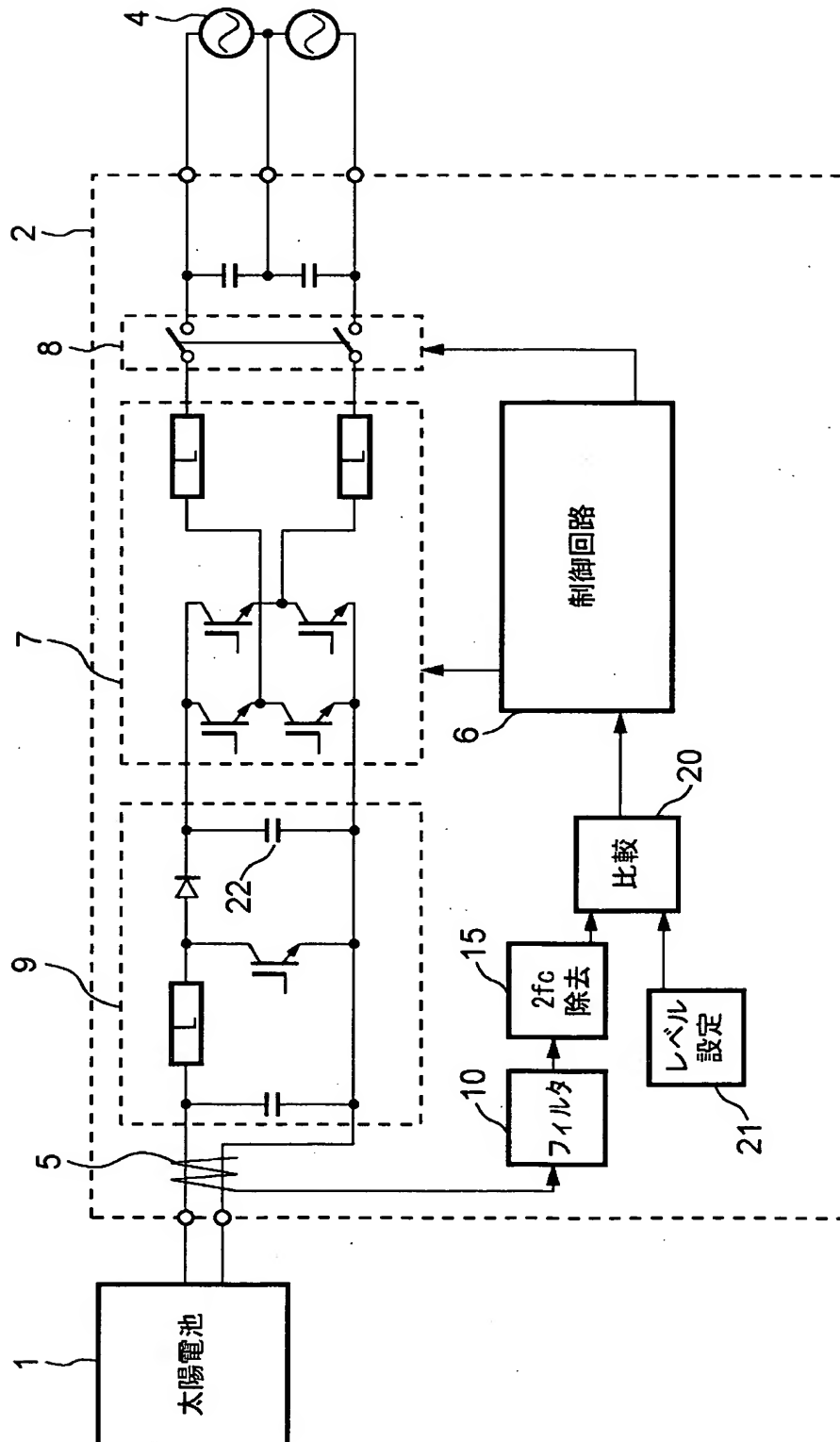
【符号の説明】

- 1 太陽電池アレイ

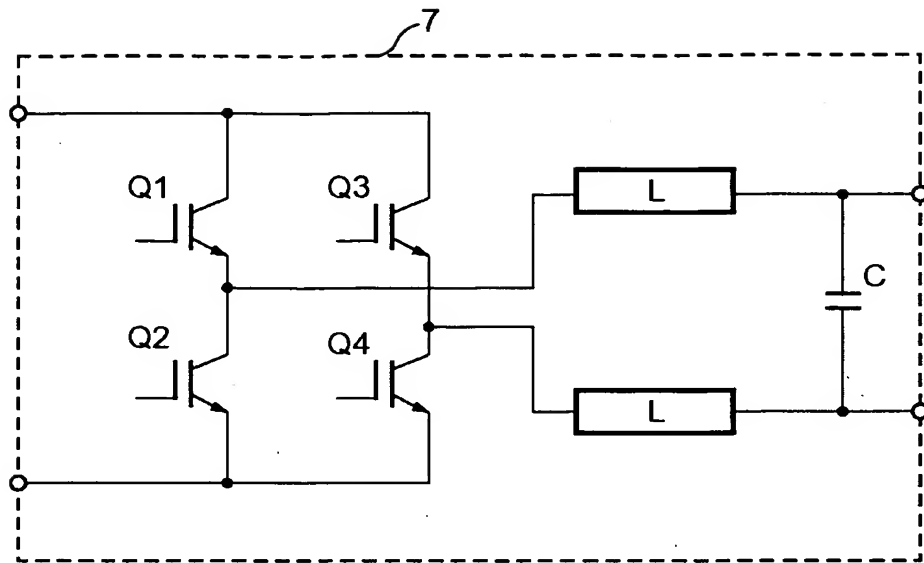
- 2, 4 1, 5 1 インバータ
- 4 商用電力系統
- 5 変流器
- 6 制御回路
- 7 インバータ回路
- 8 系統連系スイッチ
- 9 昇圧回路
- 1 0 フィルタ回路
- 1 5  $2 f c$  成分除去回路
- 2 0 比較器
- 2 1 検出レベル設定器
- 2 2 コンデンサ
- 3 0 対地電圧変動検出手段
- 3 1 対地静電容量設定手段
- 3 2, 3 3, 3 6, 3 7 演算部
- 3 4 フィルタ回路
- 3 5 昇圧部電圧変動検出手段
- 1 0 1 太陽電池アレイ
- 1 0 2 インバータ
- 1 0 3 太陽光発電装置
- 1 0 4 商用電力系統
- 1 0 5 変流器
- 1 0 6 制御回路
- 1 0 7 インバータ回路
- 1 0 8 系統連系スイッチ

【書類名】 図面

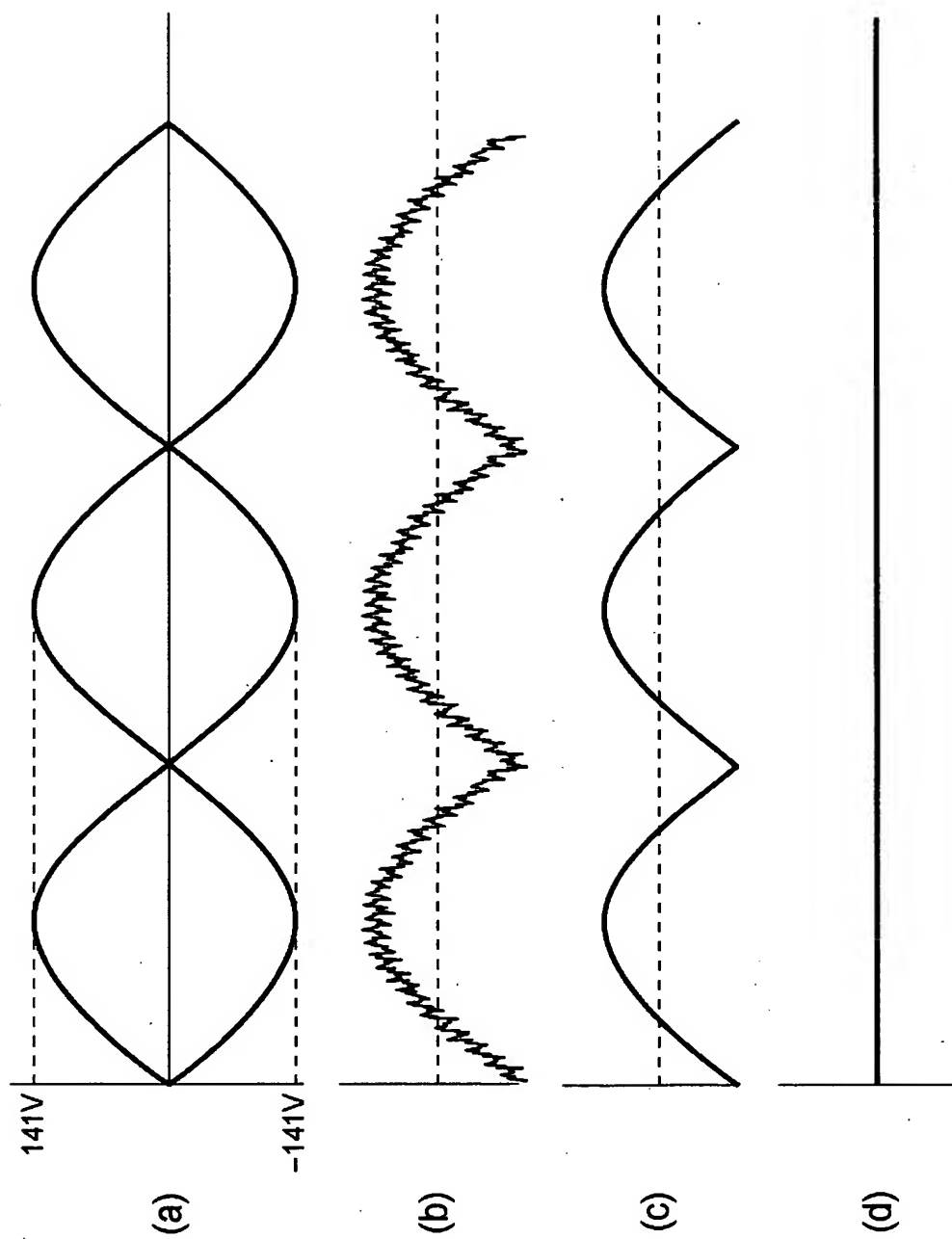
【図 1】



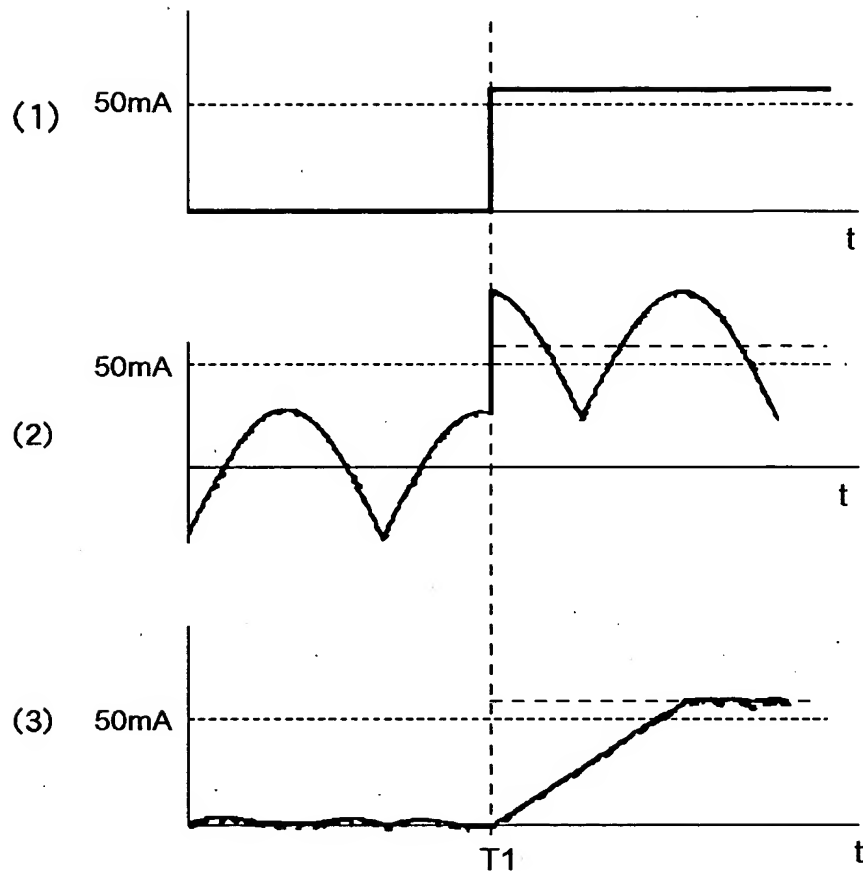
【図 2】



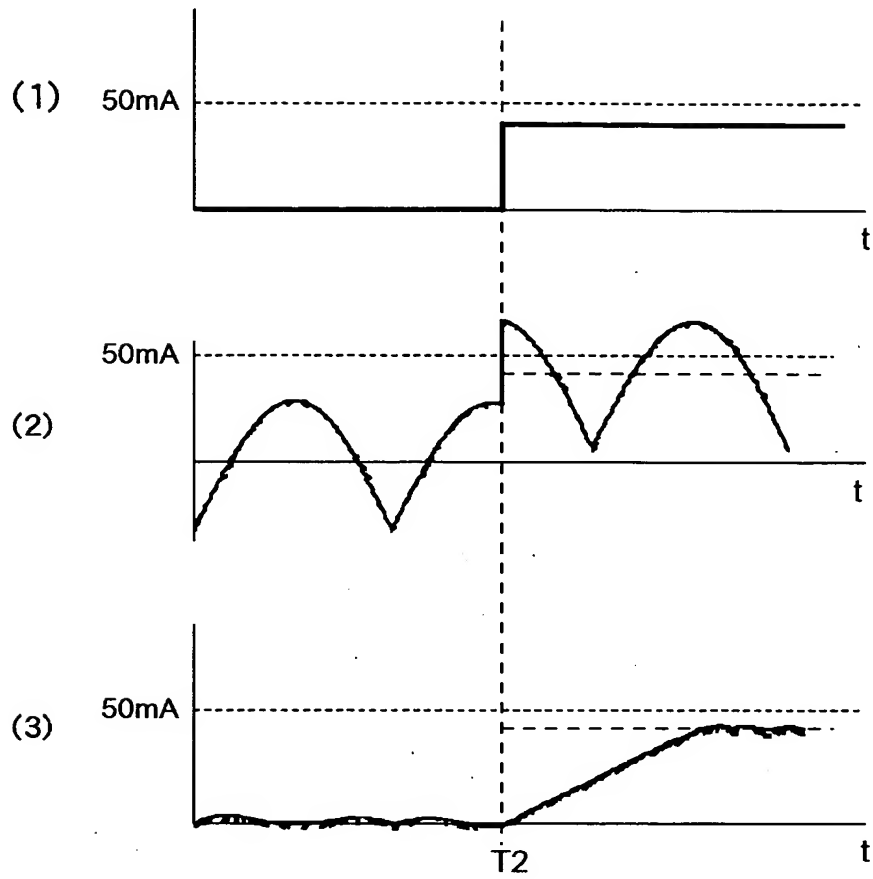
【図3】



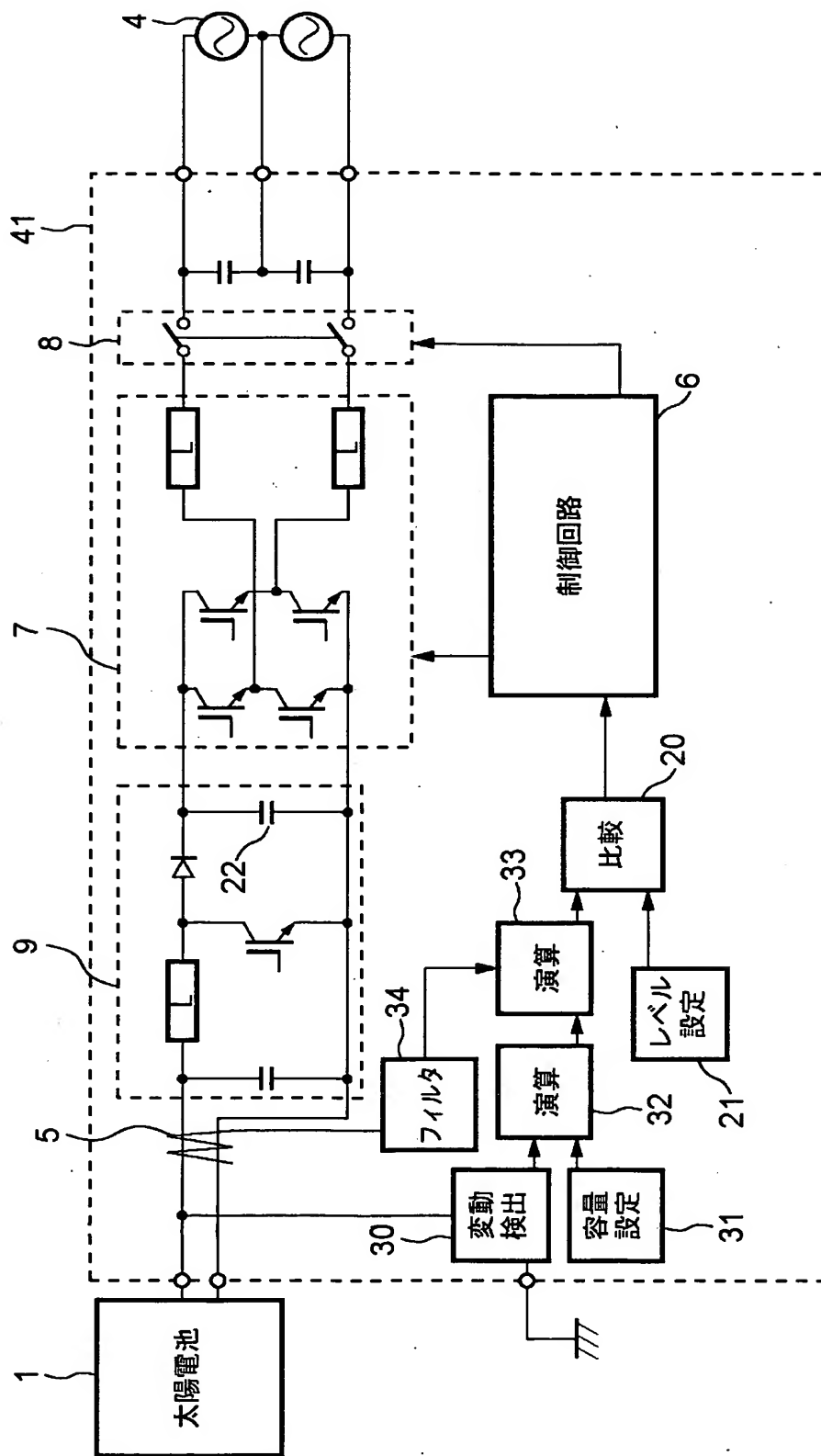
【図 4 A】



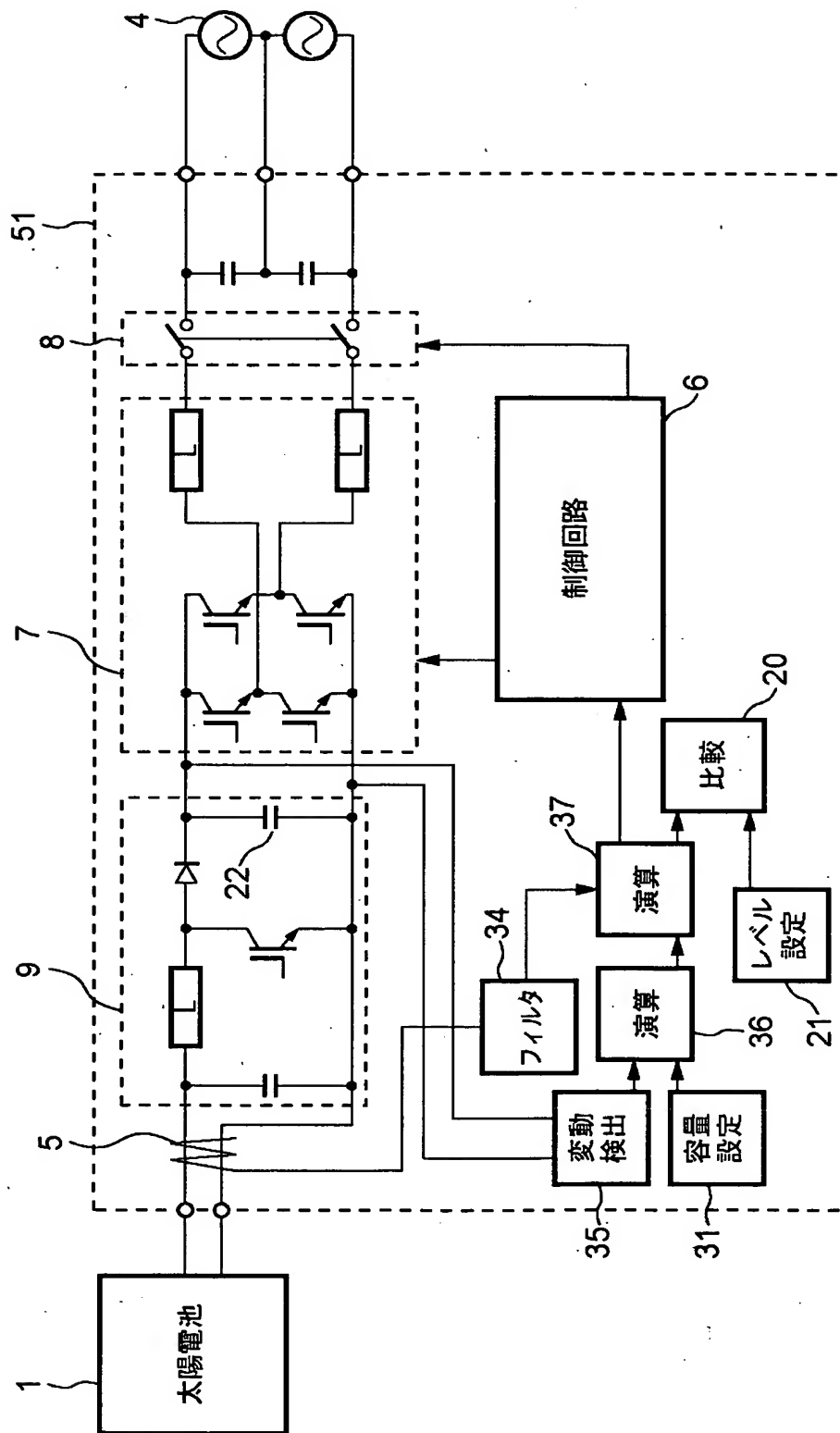
【図 4 B】



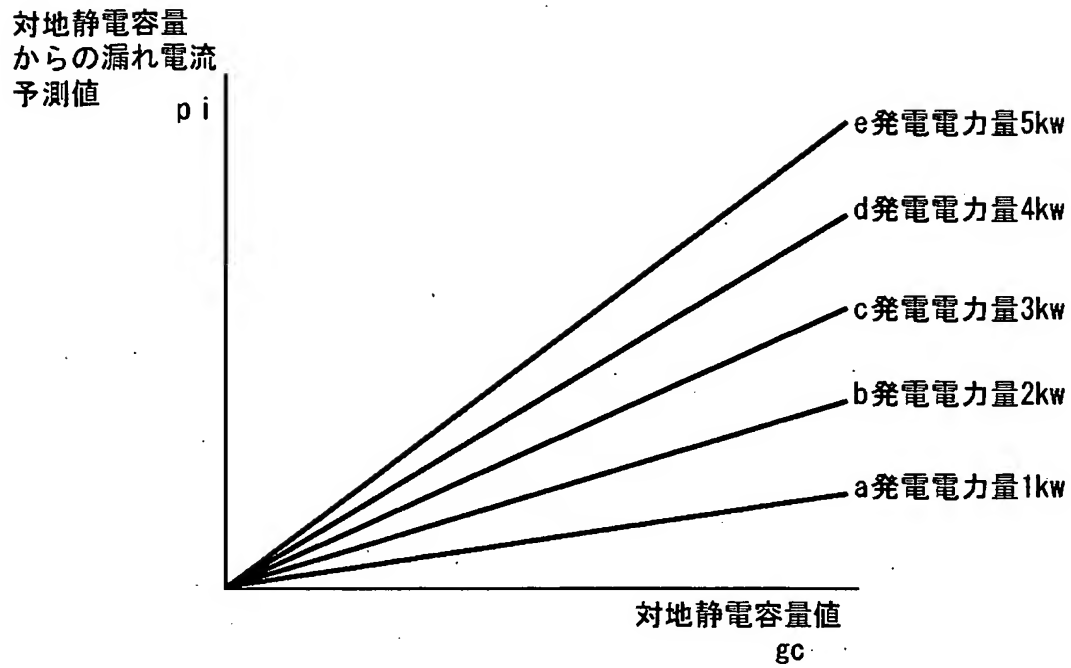
【図5】



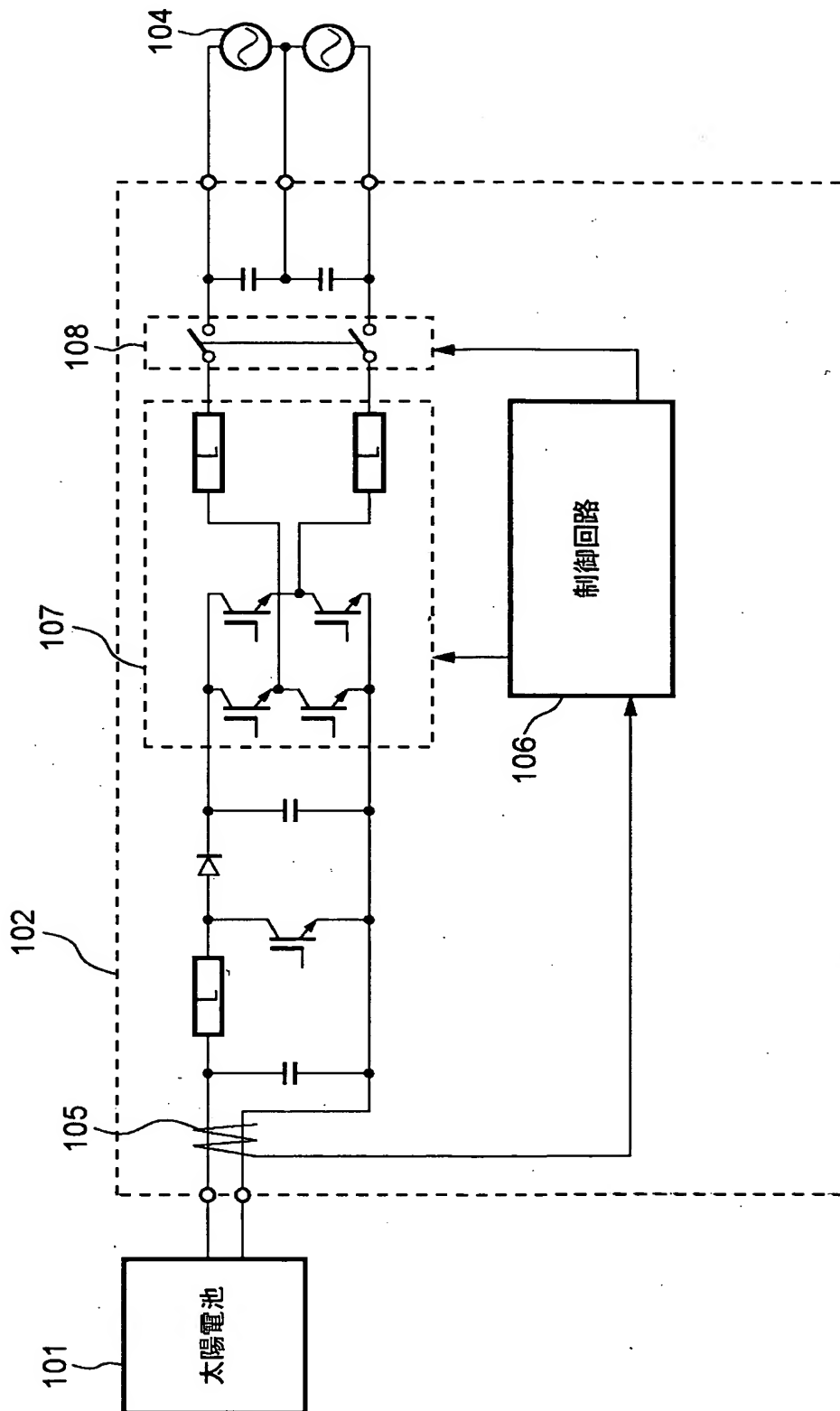
【図6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 静電容量による交流漏れ電流成分の影響をなくして、地絡状態を正確に判断する。

【解決手段】 太陽電池アレイ 1 の出力線間の差電流を変流器 5 によって検出し、フィルタ 1 0 によってインバータの PWM 成分を除去し、 $2f_c$  成分除去回路 1 5 で系統交流周波数の 2 倍の周波数  $2f_c$  成分を除去した値と、検出レベル設定器 2 1 に格納された所定の閾値とを比較器 2 0 によって比較して地絡状態かどうかを判定する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日	1990年 8月30日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都大田区下丸子3丁目30番2号
氏 名	キャノン株式会社